

Дорошенко В.С., Нейма О.В., Михнян А.В., Яковишин О.А.

(ФТІМС НАН України, м. Київ)

ПЛАНУВАННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ З ВИГОТОВЛЕННЯ ФІЛАМЕНТА ДЛЯ 3D-ДРУКУ ЛИВАРНИХ МОДЕЛЕЙ З ВІДХОДІВ ПІНОПОЛІСТИРОЛУ

E-mail: doro55v@gmail.com

Інноваційні 3D-технології все активніше сприяють формування нового вигляду ливарного виробництва, тому вітчизняні дослідження включають до своїх розділів цю високотехнологічну тематику. 3D-друк або адитивне виробництво (AB) - це виготовлення деталі безпосередньо з її комп'ютерного файлу автоматизованого проектування (computer-aided design, CAD).

Сьогодні найдешевшим способом застосування 3D-друку в ливарному виробництві без збільшення собівартості виливків є друкування полімерних моделями для їх газифікації у піщаній формі за методом ЛГМ, бо при ЛГМ витрати на формовку в сухому вакуумованому піску чи не найдешевші з усіх відомих ливарних способів. 3D-принтери для полімерних виробів наразі наявні практично в десятках моделей і цінових значень, також полімерний філамент – нитка для друкування постачається по імпорту декількох видів.

Однак маса друкованих моделей на одиницю об'єму вища від традиційних моделей з пінополістиролу (ППС), відповідно, і газотвірність з ростом пікових тисків утворюваного газу від спроб їх газифікації у формі. Також друковані моделі мають більші (ніж моделі з ППС) твердий залишок і зольність, які при їх газифікації у формі нальотом покривають поверхню форми та погіршують якість виливків. Це є перешкодою, тому друковані моделі дуже мало застосовують для ЛГМ за традиційною технологією. Зарубіжні компанії зараз роблять лише перші спроби створення легкоплавких матеріалів для 3D-друку разових моделей, газифікація яких могла б наближатись до моделей з ППС. А тим часом застосовують спосіб лиття за друкованими моделями, що випаляються (прожарюванням у печах) з керамічної оболонки з кількох шарів подібно до технології лиття за моделями, що

витоплюються, з досить високою собівартістю литва, властивою цим обом зазначеним технологіям.

З метою створення способу АВ ливарних моделей (та будь-яких тривимірних об'єктів) для переведення з процесу лиття за 3D-друкованими моделями, що випалюються, на більш економну технологію ЛГМ у вакуумованих формах з сипкого піску нами запропоновано виробництво моделей для ЛГМ з відходів ППС за місцем їх утворення як метод їх утилізації [1]. Це науково-технологічне рішення обґрунтовано результатами наших досліджень і полягає в тому, що в способі АВ ливарних моделей, який включає процес витікання формотвірного матеріалу із сопла, переміщуваного в просторі за заданою програмою траєкторією, в якості формотвірного матеріалу патентується застосування розплаву подрібнених відходів ППС. Також в якості подрібнених відходів придатне застосування відходів чи стружки при виготовленні ППС-виробів на верстатах з ЧПУ (3D-фрезерах), а також термокомпактовані відходи ППС [2].

Матеріал ППС за своїми техніко- і фізико-хімічними показниками давно відпрацьований для ЛГМ, має мінімальний вуглецевий залишок. Його відходи мають низькі показники міцності і твердості, тому їх легко дробити чи молоти. За наявності у відділі проф. Шинського О.Й. 3D-принтера, що друкує філаментом, перспективними стають відпрацювання в лабораторії режимів отримання з сипких подрібнених відходів ППС філаменту і експериментальні роботи по друкуванню з нього оптимально легковагих моделей для ЛГМ.

Для експериментального виготовлення філаменту з ППС в невеликій кількості для лабораторних випробувань планується отримання нитки філаменту охолодженням в воді тонкого струменя розплаву, який виходить з сопла клейового пістолету, як найпростіший варіант такого виготовлення філаменту за умов, що отвір сопла додаткової насадки звужено відповідно до заданої товщини філаменту. Такі пістолети (з живленням від електромережі 220 V) серійно випускаються для з'єднання деталей розплавом полімеру з температурою 120...150 °С. В цей пістолет заправляють клейові стрижні діаметром 11,2 мм і нагрівають їх подачею електроживлення на ТЕН в нагрівальній камері, дотичної до сопла. Серійно випу-

скаються також пістолети для клейових стрижнів $\varnothing 12,0$ мм та з нагріванням до $200\text{ }^{\circ}\text{C}$.

При цьому слід спроектувати та виготовити лабораторний пристрій для виготовлення стрижнів $\varnothing 1,2\dots 12,0$ мм, в якому з подрібнених відходів ППС, що подаються на вході, на виході під тиском крізь нагріте сопло виходив би струмінь розплаву полістиролу відповідного діаметра. Для спрощення конструкції в якості робочого органу імпровізованого екструдера можливо застосувати шнек від м'ясорубки. Також корисно використати розробки А. О. Стрюченка по утилізації відходів ППС для регулювання властивостей стрижнів і філамента. Щоб ці виплавлені вироби не були надто ламкими і їх пластичність дозволяла змотувати їх на катушку для 3D-принтера можна у відходи додавати скипидар (як ефективний пластифікатор) чи розчин ППС у ньому [3].

Література:

1. Заявка u202105814 Україна, МПК В22С 9/02, В22С 15/02, В29С47/78. Спосіб адитивного виробництва полістирольної ливарної моделі чи іншого тривимірного об'єкту складної конфігурації / О.Й. Шинський, В.С. Дорошенко, П.Б. Калюжний, О.В. Михнян, О.В. Нейма. - Подано 18.10.2021.
2. Исследование процессов термокомпактирования отходов пенополистирола / О.И. Шинский, О.А. Тихонова, А.А. Стрюченко, В.С. Дорошенко // Твердые бытовые отходы. – 2011. - № 4. - С. 48-50.
3. Патент 9003 Україна, МПК С08J 3/02, С08F 12/00, В22С 1/16. Застосування живичного скипидару як розчинника для відходів пінополістиролу / О.Й. Шинський, Є.В. Терліковський, А.О. Стрюченко, І.О. Шинський та ін. - Опубл. 15.09.2005, Бюл. 9.